


**JP2835322B2**

Patent number:

JP2835322B2

Also published as:

 JP10298754 (A)

Publication date:

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international:

- european:

Application number:

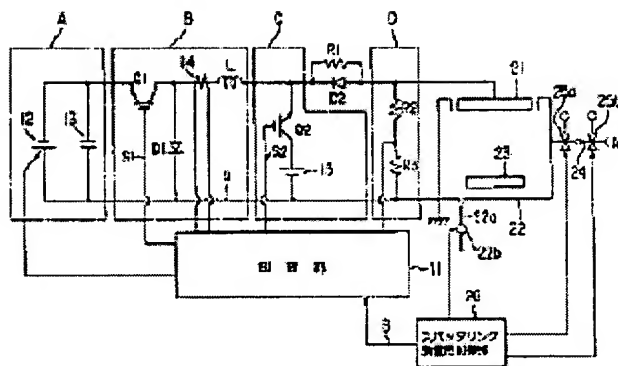
Priority number(s):

Abstract not available for JP2835322B2

Abstract of correspondent: **JP10298754**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To stably generate a magnetron discharge under pressure showing the characteristics of negative resistance on a sputtering source under a pressure lower than the discharge starting pressure, and to stably execute sputtering by controlling the electric current to be outputted from a constant current circuit by a control circuit.

**SOLUTION:** A control part 26 for a sputtering device starts a vacuum pump 22 and evacuates a vacuum tank 22, and gaseous Ar filled in piping 24 is flowed into a pulse shape by the operation of a valve. By the signal of the control part 11, the negative voltage of a d.c. power source 12 is applied to a sputtering source 21 to generate magnetron discharge. The control part 11 allows a transistor Z1 to intermittently be on, and the output of the d.c. power source 12 is applied to a choke coil L. In the midst in which normal magnetron discharge is generated in the vacuum tank 22, an electric current flowing in the a constant current circuit is detected by a current detector 14, the duty ratio of a switching signal S1 by which the control of and off on the transistor Q1 is executed so as to make the detected electric current certain is made variable, and a certain electric current is made to flow.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2835322号

(45) 発行日 平成10年(1998)12月14日

(24) 登録日 平成10年(1998)10月2日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I	
C 2 3 C 14/34		C 2 3 C 14/34	T
			U
	14/38	14/38	
	14/54	14/54	B
// H 0 1 L 21/203		H 0 1 L 21/203	S
請求項の数12(全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願平10-35898	(73) 特許権者	000002428 芝浦メカトロニクス株式会社 神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1
(22) 出願日	平成10年(1998)2月18日	(72) 発明者	栗山 昇 神奈川県座間市相模が丘6丁目25番22号 株式会社芝浦製作所相模工場内
(85) 公開番号	特開平10-298754	(72) 発明者	谷津 豊 神奈川県座間市相模が丘6丁目25番22号 株式会社芝浦製作所相模工場内
(43) 公開日	平成10年(1998)11月10日	(72) 発明者	宇都宮 信明 神奈川県座間市相模が丘6丁目25番22号 株式会社芝浦製作所相模工場内
審査請求日	平成10年(1998)2月18日	(74) 代理人	弁理士 鈴江 武彦 (外6名)
(31) 優先権主張番号	特願平9-36247	審査官	板谷 一弘
(32) 優先日	平9(1997)2月20日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 スバタリング用電源装置および該装置を用いたスバタリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 スバタリング用直流電源と、  
この直流電源に接続された定電流回路と、  
この定電流回路に接続されたスバタ源と、  
上記定電流回路から出力される電流を定電流となるよう  
に制御する制御部とを備えたことを特徴とするスバタ  
リング用電源装置。

【請求項2】 スバタリング用直流電源と、  
この直流電源に接続された定電流回路と、  
この定電流回路に接続されたスバタ源と、  
このスバタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、  
上記スバタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電  
圧測定回路と、  
上記定電流回路から出力される電流を定電流となるよう  
に制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記

2

スバタ源にアーク放電が発生したことが検出された場  
合には、上記逆電圧印加回路から上記スバタ源に逆電  
圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とするスバ  
タリング用電源装置。

【請求項3】 スバタリング用直流電源と、  
この直流電源に接続された定電流回路と、  
この定電流回路に接続されたスバタ源と、  
このスバタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、  
上記スバタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電  
圧測定回路と、  
上記逆電圧印加回路と上記スバタ源のターゲットとの  
間に、スバタリング放電電流の電流を流す方向に接続  
された順方向インピーダンスと、この順方向インピーダ  
ンスに並列に接続された逆方向アーク放電の発生を防止  
する逆方向インピーダンスからなる逆方向アーク放電防

3

止回路と、

上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とするスパッタリング用電源装置。

【請求項4】 上記逆方向アーク放電防止回路において、逆方向インピーダンスを順方向インピーダンスより大きくしたことを特徴とする請求項3記載のスパッタリング用電源装置。

【請求項5】 上記逆方向アーク放電防止回路において、順方向インピーダンスがダイオードで、逆方向インピーダンスが抵抗からなることを特徴とする請求項3記載のスパッタリング用電源装置。

【請求項6】 上記定電流回路とスパッタ源との間にはスパッタ源の寄生静電容量と配線の静電容量以外の静電容量を設けないことを特徴とする請求項1乃至請求項5のうちのいずれか一記載のスパッタリング用電源装置。

【請求項7】 接地された真空槽と、  
この真空槽に配置されたスパッタ源と、  
このスパッタ源のターゲットに対向して上記真空槽内に配置された基板と、  
スパッタリング用直流電源と、  
この直流電源に接続されるとともに上記スパッタ源に接続された定電流回路と、  
上記真空槽を排気して真空にしたり、この真空槽内にガスパルスを導入するように開閉弁を制御するとともに制御部に放電開始信号を出力するスパッタリング装置用制御部と、  
このスパッタリング装置用制御部からの放電開始信号を入力して上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御する制御部とを備えたことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項8】 接地された真空槽と、  
この真空槽に配置されたスパッタ源と、  
このスパッタ源のターゲットに対向して上記真空槽内に配置された基板と、  
スパッタリング用直流電源と、  
この直流電源に接続されるとともに上記スパッタ源に接続された定電流回路と、  
上記スパッタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、  
上記スパッタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電圧測定回路と、  
上記真空槽を排気して真空にしたり、この真空槽内にガスパルスを導入するように開閉弁を制御するとともに制御部に放電開始信号を出力するスパッタリング装置用制御部と、  
このスパッタリング装置用制御部からの放電開始信号を入力して上記定電流回路から出力される電流を定電流と

4

なるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項9】 接地された真空槽と、  
この真空槽に配置されたスパッタ源と、  
このスパッタ源のターゲットに対向して上記真空槽内に配置された基板と、  
スパッタリング用直流電源と、  
この直流電源に接続されるとともに上記スパッタ源に接続された定電流回路と、  
上記スパッタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、  
上記スパッタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電圧測定回路と、

上記逆電圧印加回路と上記スパッタ源のターゲットとの間に、スパッタリング放電電流の電流を流す方向に接続された順方向インピーダンスと、この順方向インピーダンスに並列に接続された逆方向アーク放電の発生を防止する逆方向インピーダンスからなる逆方向アーク放電防止回路と、

上記真空槽を排気して真空にしたり、この真空槽内にガスパルスを導入するように開閉弁を制御するとともに制御部に放電開始信号を出力するスパッタリング装置用制御部と、

このスパッタリング装置用制御部からの放電開始信号を入力して上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項10】 上記逆方向アーク放電防止回路において、逆方向インピーダンスを順方向インピーダンスより大きくしたことを特徴とする請求項9記載のスパッタリング装置。

【請求項11】 上記逆方向アーク放電防止回路において、順方向インピーダンスがダイオードで、逆方向インピーダンスが抵抗からなることを特徴とする請求項9記載のスパッタリング装置。

【請求項12】 上記定電流回路とスパッタ源の間にはスパッタ源の寄生静電容量と配線の静電容量以外の静電容量を設けないことを特徴とする請求項7乃至請求項11のうちのいずれか一記載のスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体、電子部品、装飾部品に薄膜を形成するスパッタリング装置に用いられるスパッタリング用電源装置および該装置を用いたスパッタリング装置に関する。

5

## 【0002】

【従来の技術】ターゲットの裏面に磁石を配置したスパッタ源を用いたスパッタリング装置により半導体、電子部品、装飾部品等に薄膜を形成する技術が普及されている。このようなスパッタリング装置においては、真空槽中に放電用ガスとして、例えばArのような不活性ガスを導入しておき、この真空槽にスパッタ源を配置し、このスパッタ源に負の電圧を印加することによってマグネトロン放電を発生させ、真空槽中に導入された放電用ガスをイオン化し、このイオン化されたアルゴン正イオンが加速され、このスパッタ源のターゲット表面に衝突し、ターゲット表面をスパッタ蒸発させる。このスパッタ粒子を基板上に沈着させてターゲット材料からなる薄膜を形成するようにしたものであり、これをスパッタリングと言う。

【0003】このスパッタリングを行っている最中に、マグネトロン放電がアーク放電に変化してしまう場合がある。このように、マグネトロン放電がアーク放電に移行してしまうと、スパッタリングを行うことはできない。

【0004】従って、アーク放電の発生後ただちに、上記ターゲットを少しだけ正の電位に保つような逆電圧パルス印加して、アーク放電の発生を抑えている。このようなアーク放電を防止するために、従来は、以下に示すような防止対策が行われていた。

【0005】(1) 安定抵抗やチョークコイルを負荷に直列に入れる。

(2) 断続する直流電源を用いる。

(3) 電流制限のチョークコイルと共振用のリアクトル、コンデンサを直流電源と負荷との間に入れアーク放電時に発生する電圧、電流の振動で逆電圧をかけてアーク放電を止める。

【0006】(4) (3) の逆電圧をダイオードでクランプして逆方向のアーク放電を止めて、より確実にアーク放電を防止する。

(5) アーク放電を検出して直流電源の出力を一定時間だけ休止する。

(6) アーク放電を検出して負荷に逆電圧を一定時間かける。

(7) アーク放電の検出に関わらず負荷に一定の間隔で逆電圧をかける。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、(1) の回路で、負荷に直列に安定抵抗を入れると、この抵抗による消費電力が大きくなって大電力のスパッタ電源は作れない。また、チョークコイルの場合は、配線の寄生素子(L, C)により(3) の回路ができていた場合がほとんどである。この場合には、直流スパッタ放電の負性特性により放電電圧、電流が振動してしまうという問題があった。

6

【0008】また、(2) の回路は、アーク放電を制御するのが遅すぎるという問題があった。これは、トランスの1次側をSCRで制御して2次側をダイオードで整流しただけであるため、スパッタ放電の断続が交流ラインの周波数となり、アーク放電が発生してから消えるまでの時間は、SCRの点弧角となり、アーク放電制御としては遅くなるという問題があった。

【0009】また、(3)～(7) の回路は、放電開始圧力以下のガス圧力でスパッタを行う場合直流スパッタ放電特性が負性特性になり放電電圧、電流が振動してしまうという問題があった。これは、負荷から見た電源特性が定電流特性ではないため、負性抵抗特性に対して安定点が無いためである。振動してしまう理由は、直流電源の出力に平滑用のコンデンサが入っているためである。

【0010】ところで、放電現象には色々なヒステリシスがある。このヒステリシスとして放電開始電圧と放電電圧、放電開始圧力と放電停止圧力などがあげられる。このうち、放電停止圧力を測定すると開始圧力ほど再現性の良いデータを得ることはできない。その原因を調査すると放電開始圧力以下の圧力でマグネトロン放電が停止しているのは、

(1) 圧力を下げるに従って放電電圧、電流の振動が発生してマグネトロン放電が止まる。

【0011】(2) アーク放電が発生して止まる。などであった。つまり、単にマグネトロン放電がマグネトロンスパッタ源の特性によって止まるのではなく放電電圧、電流の振動やアーク放電によって止まるために放電停止圧力の再現性が得られないことが判明した。

【0012】この様に従来のアーク放電対策では、放電開始圧力より低い圧力で安定してスパッタすることはできなかった。本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、その目的は、放電開始圧力以下で安定したスパッタリングを実現することにより、スパッタ用不活性ガスとの衝突によるスパッタ粒子の散乱を少なくし、ステップカバレッジを改善し、スパッタ膜の緻密性を改善することができるスパッタリング用電源装置および該装置を用いたスパッタリング装置を提供することにある。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1に係わるスパッタリング用電源装置は、スパッタリング用直流電源と、この直流電源に接続された定電流回路と、この定電流回路に接続されたスパッタ源と、上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御する制御部とを備えたことを特徴とする。

【0014】従って、スパッタ源が負性抵抗特性を示す場合でも、定電流回路によって、スパッタ源の電圧と電流を発振させないようにすることができる。このため放電開始圧力より低い圧力のスパッタ源が、負性抵抗特性を示す圧力において、安定してマグネトロン放電を発生させ、安定してスパッタリングを行わせることができ

7

る。

【0015】また、定電流にすることにより、スパッタ電力の計算が電圧・電流の瞬時値の乗算の平均でなくとも、電圧の逆電圧を含まない平均値と定電流の積で求まるので、電力精度の高いスパッタリングを行うことができる。

【0016】請求項2に係わるスパッタリング用電源装置は、スパッタリング用直流電源と、この直流電源に接続された定電流回路と、この定電流回路に接続されたスパッタ源と、このスパッタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、上記スパッタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電圧測定回路と、上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とする。

【0017】従って、上記した請求項1に係わるスパッタリング用電源装置と同様なことを行わせることができるとともに、負荷電圧測定回路によりアーク放電が検出されたときには、逆電圧印加回路からスパッタ源に逆電圧を印加するようにして、アーク放電の発生を防止している。

【0018】請求項3に係わるスパッタリング用電源装置は、スパッタリング用直流電源と、この直流電源に接続された定電流回路と、この定電流回路に接続されたスパッタ源と、このスパッタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、上記スパッタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電圧測定回路と、上記逆電圧印加回路と上記スパッタ源のターゲットとの間に、スパッタリング放電電流の電流を流す方向に接続された順方向インピーダンスと、この順方向インピーダンスに並列に接続された逆方向アーク放電の発生を防止する逆方向インピーダンスからなる逆方向アーク放電防止回路と、上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とする。

【0019】従って、上記した請求項2に係わるスパッタリング用電源装置と同様なことを行わせることができるとともに、逆方向アーク放電防止回路を設けることにより、逆電圧印加時に発生する逆方向アーク放電を防止し、スパッタする電圧極性にもどった時にアーク放電になる確率を下げることができる。

【0020】請求項4乃至請求項5に係わるスパッタリング用電源装置は、請求項3記載の逆方向アーク放電防止回路において、逆方向インピーダンスを順方向インピーダンスより大きくしたことを特徴とする。

【0021】従って、上記した請求項3記載のスパッタ

8

リング用電源装置と同様なことを行わせることができる。請求項6に係わるスパッタリング用電源装置は、請求項1乃至請求項5に記載の定電流回路とスパッタ源との間にはスパッタ源の寄生静電容量と配線の静電容量以外の静電容量を設けないことを特徴とする。

【0022】従って、上記した請求項1乃至請求項5記載のスパッタリング用電源装置と同様なことを行わせることができる。また、定電流回路とスパッタ源との間の静電容量を最小にすることにより配線のインダクタンスと静電容量とスパッタ源の負性抵抗特性により、放電電圧、電流が発振してしまうことを防止することができる。

【0023】請求項7に係わるスパッタリング装置は、接地された真空槽と、この真空槽に配置されたスパッタ源と、このスパッタ源のターゲットに対向して上記真空槽内に配置された基板と、スパッタリング用直流電源と、この直流電源に接続されるとともに上記スパッタ源に接続された定電流回路と、上記真空槽を排気して真空にしたり、この真空槽内にガスパルスを導入するように開閉弁を制御するとともに制御部に放電開始信号を出力するスパッタリング装置用制御部と、このスパッタリング装置用制御部からの放電開始信号を入力して上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御する制御部とを備えたことを特徴とする。

【0024】従って、定電流制御により、放電開始圧力以下の負性抵抗特性を示すスパッタ源に対して、安定にスパッタができるため、スパッタ源のターゲットと基板の間隔を離してもArガスによる散乱が少なくなる。このため、大きな基板や、複雑な形状の物品にもスパッタすることができる。

【0025】請求項8に係わるスパッタリング装置は、接地された真空槽と、この真空槽に配置されたスパッタ源と、このスパッタ源のターゲットに対向して上記真空槽内に配置された基板と、スパッタリング用直流電源と、この直流電源に接続されるとともに上記スパッタ源に接続された定電流回路と、上記スパッタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、上記スパッタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電圧測定回路と、上記真空槽を排気して真空にしたり、この真空槽内にガスパルスを導入するように開閉弁を制御するとともに制御部に放電開始信号を出力するスパッタリング装置用制御部と、このスパッタリング装置用制御部からの放電開始信号を入力して上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とする。

【0026】従って、上記請求項7記載のスパッタリング装置と同様なことを行わせることができるとともに、

9

アーク放電による放電停止を防止することができるので、安定な生産装置を提供することができる。

【0027】請求項9に係わるスパッタリング装置は、接地された真空槽と、この真空槽に配置されたスパッタ源と、このスパッタ源のターゲットに対向して上記真空槽内に配置された基板と、スパッタリング用直流電源と、この直流電源に接続されるとともに上記スパッタ源に接続された定電流回路と、上記スパッタ源に逆電圧を印加する逆電圧印加回路と、上記スパッタ源に発生するアーク放電を検出する負荷電圧測定回路と、上記逆電圧印加回路と上記スパッタ源のターゲットとの間に、スパッタリング放電電流の電流を流す方向に接続された順方向インピーダンスと、この順方向インピーダンスに並列に接続された逆方向アーク放電の発生を防止する逆方向インピーダンスからなる逆方向アーク放電防止回路と、上記真空槽を排気して真空にしたり、この真空槽内にガスバブルを導入するように開閉弁を制御するとともに制御部に放電開始信号を出力するスパッタリング装置用制御部と、このスパッタリング装置用制御部からの放電開始信号を入力して上記定電流回路から出力される電流を定電流となるように制御するとともに、上記負荷電圧測定回路により上記スパッタ源にアーク放電が発生したことが検出された場合には、上記逆電圧印加回路から上記スパッタ源に逆電圧を印加させる制御部とを備えたことを特徴とする。

【0028】従って、請求項8に記載のスパッタリング装置よりアーク防止効果が高い安定な生産装置を提供することができる。請求項10乃至請求項11に係わるスパッタリング装置は、請求項9記載の逆方向アーク放電防止回路において、逆方向インピーダンスを順方向インピーダンスより大きくしたことを特徴とする。

【0029】従って、上記請求項9記載のスパッタリング装置と同様なことができるとともに、アーク放電防止効果の最適化により、スパッタの安定した生産装置を提供することができる。

【0030】請求項12に係わるスパッタリング装置は、請求項7乃至請求項11記載の定電流回路とスパッタ源との間にはスパッタ源の寄生静電容量と配線の静電容量以外の静電容量を設けないことを特徴とする。

【0031】従って、請求項7乃至請求項11記載のスパッタリング装置と同様なことを行わせることができる。また、定電流回路とスパッタ源との間の静電容量を最小にすることにより、配線のインダクタンスと静電容量とスパッタ源の負性抵抗特性により、放電電圧、電流が発振してしまうことを防止できるので、より安定な生産装置を提供することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の一実施形態について説明する。図1はスパッタリング用電源装置の回路および該装置を用いたスパッタリング装置の

10

概略図である。図1において、11はスパッタリング用電源装置を制御する制御部である。

【0033】また、12は例えば、800Vのスパッタリング用直流電源である。この直流電源12の両極間には、コンデンサ13が並列に接続されている。この直流電源12とコンデンサ13とでスパッタリング用直流電源Aが構成される。

【0034】また、直流電源12の負極は、スイッチングトランジスタQ1のエミッタに接続されている。このスイッチングトランジスタQ1のゲートは、制御部11に接続されている。

【0035】また、スイッチングトランジスタQ1のコレクタと直流電源12の正極間には、フライホイールダイオードD1が接続されている。スイッチングトランジスタQ1のコレクタはチョークコイルLを介して逆電圧印加回路C内のスイッチングトランジスタQ2のエミッタに接続されている。

【0036】なお、トランジスタQ1、ダイオードD1、チョークコイルLにより定電流回路Bが構成されている。また、トランジスタQ1のコレクタとチョークコイルLとの間には、電流検出器14が設けられている。この電流検出器14の両端は制御部11に接続されている。

【0037】スイッチングトランジスタQ2のコレクタには、逆電圧源15の正極が接続されている。この逆電圧源15の負極は接地ラインaに接続されている。トランジスタQ2、逆電圧源15により逆電圧印加回路Cが構成されている。

【0038】トランジスタQ2のエミッタはダイオードD2のカソードに接続されている。このダイオードD2には抵抗R1が並列に接続されている。このダイオードD2と抵抗R1により逆方向アーク放電防止回路が構成される。

【0039】また、ダイオードD2のアノードは、抵抗R2、R3を介して接地ラインaに接続されている。この抵抗R2とR3との接続点は制御部11に接続されている。

【0040】抵抗R2とR3とによりアーク検出手段としての負荷電圧測定回路Dが構成される。さらに、ダイオードD2のアノードはスパッタ源21に接続されている。

【0041】また、22は真空槽を示している。この真空槽22には基板23が配置されている。さらに、この真空槽22には配管24が接続されている。この配管24には、開閉弁25a及び25bが配設されている。また、この真空槽22の底面には、排気配管22aが接続されており、この排気配管22aには、真空ポンプ22bが配設されている。この真空ポンプ22bの駆動はスパッタリング装置用制御部26により行われる。

【0042】制御部11には、スパッタリング装置用制

11

御部26が接続されている。このスパッタリング装置用制御部26はコンピュータ等で構成される制御回路等からなっている。

【0043】このスパッタリング装置用制御部26は、真空ポンプ22bの起動、停止と、開閉弁25a、25bの開閉制御を行うとともに制御部11に放電開始信号Sを出力する。

【0044】上記した図1の回路においては、定電流回路Bとスパッタ源21との間には、スパッタ源の寄生静電容量と配線の静電容量以外の静電容量を設けないようにしている。

【0045】これは、定電流回路Bとスパッタ源21との間に、スパッタ源21の寄生静電容量と配線の静電容量以外の静電容量を設けた場合には、スパッタ源21が負性抵抗特性になった場合に、配線の寄生インダクタンスと静電容量と負性抵抗特性により回路が発振してしまうからである。

【0046】次に、上記のように構成された本発明の一実施形態の動作について説明する。まず、スパッタリング装置用制御部26は、真空ポンプ22bを起動し、真空槽22を排気して真空にする。次いで、バルブ25aを閉じ、バルブ25bを開け、配管24内にArガスを充填させた後、バルブ25bを閉じる。次に、バルブ25aを開けるとほぼ同時にスパッタリング用電源装置の制御部11に放電開始信号Sを出力する。バルブ25aを開けると配管24内のArガスは真空槽22内にパルス状に流入し、真空槽22内の圧力をパルス状に上げる。その時、制御部11からスイッチングトランジスタQ1のベースにスイッチング信号S1が出力される。この結果、スパッタ源21に直流電源12の負の電圧が印加される。このため、真空槽22に、マグネトロン放電が発生する。

【0047】なお、真空槽22の容積と、配管24の容積と、導入するArガスの圧力と真空ポンプ22bの排気速度を選定しておくことにより、このガスパルスの導入により、真空槽22の圧力がスパッタ開始圧力を定電流動作に入るのに必要な時間だけ越える様に設定しておく。

【0048】このような時間に設定しておくことにより、直流電源12を予め動作させておけば、ガスパルス40を導入したときに、定電流回路Bが動作しているため、スパッタ室22の圧力が低下してもマグネトロン放電を継続することができる。

【0049】このマグネトロン放電により、放電空間にアルゴンプラズマが形成される。このプラズマ中のアルゴン正イオンが負の電圧差で加速され、スパッタ源21のターゲットの表面に衝突する。この衝突により、ターゲットの表面をスパッタ蒸発させる。そして、このスパッタ粒子を基板23上に堆積させて、ターゲット材料からなる薄膜を形成するようにしたものであり、これをス

12

パッタリングという。

【0050】ところで、制御部11はトランジスタQ1を断続的にオンして、直流電源12の出力をチョークコイルLに印加する。ここで、真空槽22において正常なマグネトロン放電が発生している最中に定電流回路B内を流れる電流を電流検出器14で検出し、この検出した電流が一定となるようにトランジスタQ1のオン/オフ制御を行うスイッチング信号S1のデューティ比を可変にして定電流を流すようにしている。

【0051】ところで、フライホイールダイオードD1はトランジスタQ1がオフになった時にチョークコイルLに電流を流し続ける役割がある。また、スパッタ源21に印加される電圧は、負荷電圧測定回路Dの抵抗R2、R3で分圧された後、制御部11に入力される。そして、この制御部11内において、負荷電圧測定回路Dで測定された負荷電圧と電流検出器14で検出された電流値とからスパッタ源21に供給しているスパッタ電力を測定する。そして、このスパッタ電力が設定値となるように、トランジスタQ1に出力するスイッチング信号S1のデューティ比を可変にして、定電流値を制御している。

【0052】ところで、スパッタ電力を高精度に求めることはプロセスの高精度化には重要なことである。電力＝電圧×電流であるが、負荷電圧と負荷電流の両方が振動してしまうと、その瞬間で電圧×電流の計算をして求めないと正確な電力にはならない。この実施の形態では、定電流回路Bで電流が一定であるので、電圧を平均してから掛け算しても結果は変わらない。ここで、逆電圧を印加している期間も電圧の平均に含めるとスパッタしていない期間も平均に含めてしまうので、その期間は電圧＝0として平均をとる電圧平均回路とするとスパッタ電力だけを求めることができる。

【0053】ところで、スパッタ電圧は通常300V以上であり、アーク放電電圧は150V以下であるので、負荷電圧測定回路Dによりスパッタ源21に印加される負荷電圧を検出することにより、スパッタリングが正常に行われているか、アーク放電が発生しているかを判断することができる。

【0054】そして、負荷電圧測定回路Dで測定される負荷電圧が150V以下であると、制御部11は真空槽22内でアーク放電が発生していると判断し、スイッチングトランジスタQ2のベースにスイッチング信号S2を出力する。

【0055】これにより、トランジスタQ2を数μsだけオンし、逆電圧源15を数μsだけスパッタ源21に印加することにより、真空槽22に発生していたアーク放電を消すことができる。

【0056】真空槽22内を真空にし、真空槽22内にガスパルスを導入し、その後、スパッタ源21に負の電圧を印加し、定電流回路Bから出力される電流を定電流



13

となるように制御するとともに、負荷電圧測定回路Dによりスパッタ源21にアーク放電が発生したことが検出された場合には、逆電圧印加回路Cから出力される逆電圧をスパッタ源21に印加するように制御したので、真空槽22内に最初にガスパルスを導入させるだけで、真空槽22内でマグネトロン放電を継続して行わせることができる。

【0057】真空槽22内を常時真空ポンプにより真空引きしておけば、真空槽内の不活性ガスはすべて排出されても真空槽22内でマグネトロン放電が継続するの<sup>10</sup>は、スパッタされたターゲット材料原子が、無くなった不活性ガスの代わりにイオン化されることによりセルフスパッタリングが行われる。

【0058】このようにすることにより、真空槽22内に不活性ガスがない状態で、スパッタリングを行うことができるので、スパッタ源21のターゲットから放出された金属原子が不活性ガスに衝突することなく、基板上に堆積させることができる。

【0059】例えば、最初にパルス状のArガスを真空槽22に導入し、スパッタ源21のターゲットをCuと<sup>20</sup>したときに、Arガスを真空槽22に補充することなく、基板23上にスパッタリングすることができる。

【0060】従って、スパッタ源21のターゲットと基板23との距離を十分に離してもアルゴンガスによる散乱が少ないので、基板上にターゲットの原子を堆積させることができるので、大きな基板や、複雑な形状の物品にもスパッタすることができる。

【0061】ところで、逆電圧源15が組み込まれた場合に、流れる電流は抵抗R1を介して流れるため、この抵抗R1の値を適当な値に設定しておくことにより、逆<sup>30</sup>電圧源15を電流制限インピーダンスであるR1を通してスパッタ源21に印加することにより逆方向アーク放電の発生を防止することができる。

【0062】また、数 $\mu$ sだけ逆電圧源15をスパッタ源21に印加した後、負荷電圧測定回路Dで検出される負荷電圧が例えば150V以下のアーク放電が発生している電圧である場合には、再度トランジスタQ2を数 $\mu$ sだけオンさせて、逆電圧源15を数 $\mu$ sだけスパッタ源21に印加する。この動作を負荷電圧測定回路Dで検出された負荷電圧がスパッタ電圧となる例えば300V<sup>40</sup>以上となるまで繰り返し行われる。

【0063】アーク放電中は電力計算による定電流値の変更を行わないように制御すると、チョークコイルLを流れる電流は一定に保たれる。従って、従来の回路のように逆電圧印加時間を長くしたり繰り返しを多くするとチョークコイルLに流れる回路電流が増加してチョークコイルLの鉄芯の磁気飽和による制御不能になることはない。

【0064】なお、上記実施の形態では負荷電圧測定回路Dによりアーク放電の発生が検出された場合に、逆電<sup>50</sup>

14

圧源15をスパッタ源21に印加するようにしたが、負荷電圧測定回路Dによりアーク放電の発生が検出されなくても、定期的に逆電圧源15をスパッタ源21に印加するようにして、アーク放電の発生を防止するようにしても良い。また、制御部11とスパッタリング装置用制御部26を別個のものとして説明したが、両者を合体して一つの制御部としても良いことは自明である。

【0065】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、スパッタ源が負性抵抗特性を示す場合でも、定電流回路によって、スパッタ源の電圧と電流を発振させないようにすることができる。このため放電開始圧力より低い圧力のスパッタ源が、負性抵抗特性を示す圧力において、安定してマグネトロン放電を発生させ、安定してスパッタリングを行わせることができる。

【0066】また、定電流にすることにより、スパッタ電力の計算が電圧・電流の瞬時値の乗算の平均でなくとも、電圧の逆電圧を含まない平均値と定電流の積で求まるので、電力精度の高いスパッタリングを行うことができる。

【0067】請求項2記載の発明によれば、上記した請求項1記載の発明と同様の効果をもつとともに、負荷電圧測定回路によりアーク放電が検出されたときには、逆電圧印加回路からスパッタ源に逆電圧を印加するようにしているので、アーク放電の発生を防止することができる。

【0068】請求項3記載の発明によれば、上記した請求項2記載の発明と同様の効果をもつとともに、逆方向アーク放電防止回路を設けることにより、逆電圧印加時に発生する逆方向アーク放電を防止し、スパッタする電圧極性にもどった時にアーク放電になる確率を下げる<sup>10</sup>ことができる。

【0069】請求項4乃至請求項5記載の発明によれば、上記請求項3記載の発明と同様の効果をもつ。請求項6記載の発明によれば、上記請求項1乃至請求項5記載の発明と同様の効果をもつとともに、定電流回路とスパッタ源との間の静電容量を最小にすることにより配線のインダクタンスと静電容量とスパッタ源の負性抵抗特性により、放電電圧、電流が発振してしまうことを防止<sup>20</sup>することができる。

【0070】請求項7記載の発明によれば、定電流制御により、放電開始圧力以下の負性抵抗特性を示すスパッタ源に対して、安定にスパッタができるため、スパッタ源のターゲットと基板の間隔を離してもArガスによる散乱が少なくなる。このため、大きな基板や、複雑な形状の物品にもスパッタすることができる。

【0071】請求項8記載の発明によれば、上記請求項7記載の発明と同様の効果をもつとともに、アーク放電による放電停止を防止することができるので、安定な生産装置を提供することができる。



15

【0072】請求項9記載の発明によれば、上記請求項8に記載の発明よりアーク防止効果が高い安定な生産装置を提供することができる。請求項10記載乃至11記載の発明によれば、上記請求項9記載の発明と同様の効果をもつとともに、アーク放電防止効果の最適化により、スパッタの安定した生産装置を提供することができる。

【0073】請求項12記載の発明によれば、上記請求項7乃至請求項11記載の発明と同様の効果をもつとともに、定電流回路とスパッタ源との間の静電容量を最小<sup>10</sup>にすることにより、配線のインダクタンスと静電容量とスパッタ源の負性抵抗特性により、放電電圧、電流が発振してしまうことを防止できるので、より安定な生産装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係わるスパッタリング用電源装置の回路および該装置を用いたスパッタリング装置の概略図。

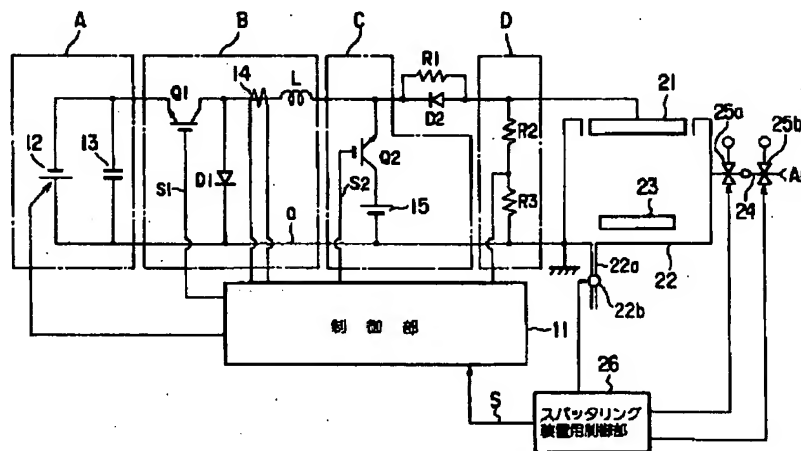
\*

16

\*【符号の説明】

- 11…制御部、
- 12…直流電源、
- 13…コンデンサ、
- 14…電流検出器、
- 15…逆電圧源、
- 21…スパッタ源、
- 22…真空槽、
- 22a…排気配管、
- 22b…真空ポンプ、
- 23…基板、
- 24…排気管、
- 25a, 25b…開閉弁、
- 26…スパッタリング装置用制御部、
- A…スパッタリング用直流電源、
- B…定電流回路、
- C…逆電圧印加回路、
- D…負荷電圧測定回路。

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H01L 21/285

識別記号

FI

H01L 21/285

S

(72)発明者 安本 裕二

神奈川県座間市相模が丘6丁目25番22号  
株式会社芝浦製作所相模工場内

(56)参考文献 特開 平9-279337 (JP, A)  
特開 平9-71863 (JP, A)  
特開 平7-233472 (JP, A)  
特開 平8-41636 (JP, A)  
特開 平5-311418 (JP, A)  
特開 平9-137271 (JP, A)  
特開 平2-194831 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)  
C23C 14/34  
C23C 14/38  
C23C 14/54  
H01L 21/203  
H01L 21/285